

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
30 October 2003 (30.10.2003)

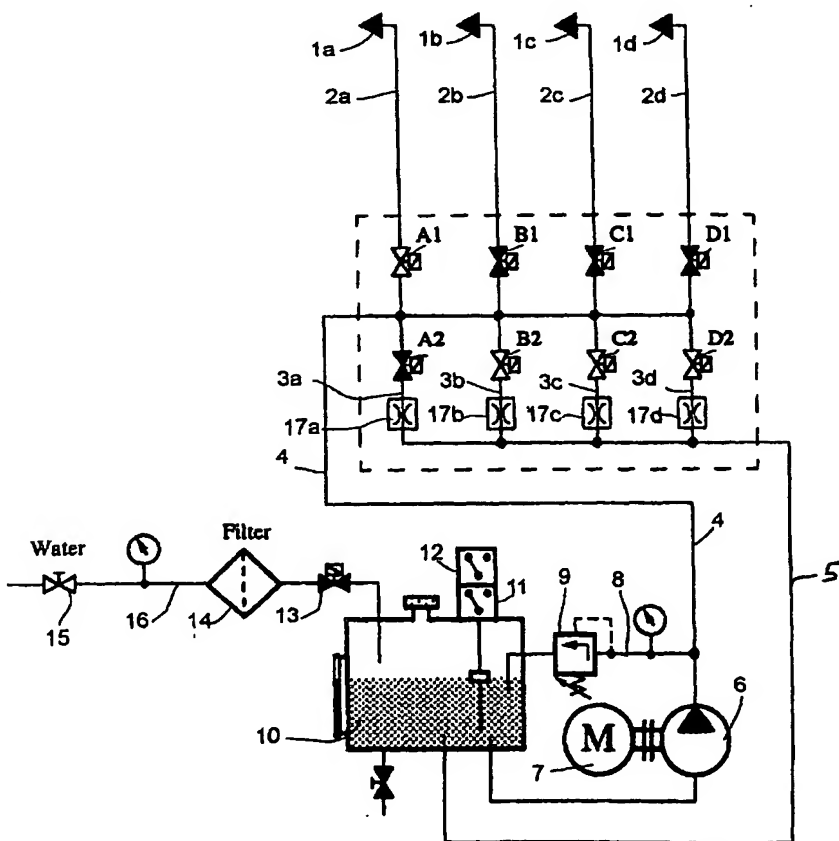
PCT

(10) International Publication Number
WO 03/089776 A1

- (51) International Patent Classification⁷: **F02M 25/028**, (74) Agent: HEINÄNEN OY; Annankatu 31-33 C, FIN-00100 Helsinki (FI).
F02B 47/02
- (21) International Application Number: PCT/FI03/00302
- (22) International Filing Date: 16 April 2003 (16.04.2003)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
20020754 19 April 2002 (19.04.2002) FI
- (71) Applicant (for all designated States except US): **MAR-IOFF CORPORATION OY** [FI/FI]; P.O.BOX 25, Hakamäenkuja 4, FIN-01511 Vantaa (FI).
- (72) Inventor; and
- (75) Inventor/Applicant (for US only): **SUNDHOLM, Göran** [FI/FI]; Ilmari Kiannon kuja 3, FIN-04310 Tuusula (FI).
- (81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR THE CONTROL OF A SPRAYING APPARATUS



(57) Abstract: A method for controlling a spraying apparatus, especially a spraying apparatus designed for the humidification of intake air, said apparatus comprising at least two spraying nozzles (1a, 1b, 1c, 1d) for injecting liquid into the intake air. In accordance with the control system's instructions, when the required amount of liquid to be supplied through the nozzles increases, liquid flow passages are opened for more nozzles (1a, 1b, 1c, 1d) and/or the liquid flow is directed into a flow passage leading to a nozzle that permits a larger liquid flow through it per unit of time, and when the required amount of liquid to be supplied through the nozzles decreases, liquid flow channels are closed at least for some of the nozzles (1a, 1b, 1c, 1d) and/or the liquid flow is directed to a nozzle that permits a smaller liquid flow through it per unit of time.



Declaration under Rule 4.17:

— of inventorship (Rule 4.17(iv)) for US only

Published:

— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

1

METHOD AND APPARATUS FOR THE CONTROL OF A SPRAYING APPARATUS

Background of the invention

5

The present Invention relates to a method as defined in the preamble of claim 1 for controlling a spraying apparatus, especially A spraying apparatus designed for the humidification of the intake air of a piston engine.

10

The invention also relates to an apparatus as defined in the preamble of claim 14.

15

The exhaust gases of piston engines, in particular diesel engines, contain many kinds of noxious combustion products. At the high combustion temperatures, the combustion process in the cylinders of a piston engine produces nitrogen oxides (NOx), which are emitted together with the exhaust gases into the atmosphere. Because of the harmful environmental effects of nitrogen oxide emissions, efforts are undertaken to minimize their production.

20

25

As is known, adding water to the combustion process reduces the generation of nitrogen oxides. This phenomenon is based on the cooling effect of water. In practice, the introduction of water into the combustion process is often implemented by injecting water into the intake air. These arrangements are advantageous in respect of efficiency of the engine. The maximum amount of water introduced into the combustion space of the engine may advantageously be that amount which will remain in gaseous form in the intake air pressure and temperature conditions.

30

The object of the invention is to achieve a completely new type of control system that allows the intake air to be humidified in a desired manner in different engine load conditions.

35

Another object of the invention is to achieve a control apparatus that allows the humidification of intake air in different engine load conditions.

- 5 The method of the invention is characterized in that, in accordance with the control system's instructions, when the required amount of water to be supplied through the nozzles increases, liquid flow passages are opened for more nozzles and/or the liquid flow is directed to a nozzle that permits a larger liquid flow through it per unit of time, and when
10 the required amount of water to be supplied through the nozzles decreases, liquid flow passages are closed at least for some of the nozzles and/or the liquid flow is directed to a nozzle that permits a smaller liquid flow through it per unit of time.
- 15 The method of the invention is additionally characterized by what is stated in claims 2 - 13.

The apparatus of the invention is characterized by what is stated in claims 14 - 25.

20

- The solution of the invention has numerous significant advantages. By applying the method of the invention, a very accurate control of a spraying apparatus can be easily achieved using a relatively economical pump unit. By providing the spraying head with nozzles having different
25 properties, the amount and/or characteristics of the water mist to be injected can be varied in a desired manner by opening and closing the medium channels leading to different nozzles in the spraying head. By providing a constant-output pump and a return line whose k-value always corresponds to the k-values of the closed nozzles, a system is
30 achieved in which the sum of the k-values is always substantially constant. By using a pressure medium to control the valves in the return line, the number of solenoid valves needed can be reduced. The pressure medium used for the control of the return line valves and/or a second pressure medium can be circulated to the nozzles to keep them
35 clean when no liquid to be injected is passed through them.

Brief description of the figures

In the following, the invention will be described in detail by the aid of an example with reference to the attached drawings, wherein

5

Fig. 1 presents a diagram representing an apparatus according to the invention,

10

Fig. 2 illustrates the supply of a liquid quantity per unit of time as a function of engine load in the apparatus of the invention,

Fig. 3 presents a second embodiment of the solution of the invention in diagrammatic form, and

15

Fig. 4 presents a third embodiment of the solution of the invention in diagrammatic form.

Detailed description of the invention

20

Fig. 1 presents a diagram representing the method and system of the invention in diagrammatic form. The system comprises at least two nozzles 1a, 1b, 1c, 1d, which are disposed in the engine's air intake duct or in a corresponding space leading to the combustion chamber of the engine for humidification of the intake air. In the case presented in the figure, four nozzles are shown, with a channel 2a, 2b, 2c, 2d leading to each nozzle from a supply pipe 4 supplying a pressure medium, preferably an aqueous liquid. The pressure medium is fed into the supply pipe by a pump 6, driven by a drive device 7. The pump pumps the pressure medium from a pressure medium source 10, such as tank. Reference numbers 8 and 9 indicate a pipe and a relief valve through which the liquid can flow in case the pump pressure and the pressure in pipe 8 exceed a certain presettable limit value. Reference numbers 13 and 15 indicate valves, and reference number 14 indicates a filter. The filter prevents particles that could clog the valves 1a, 1b, 1c, 1d of the spraying head from entering the spraying system. When the liquid surface in the container 10 falls below a certain level, a level switch 11 will

25

30

35

open valve 13. Switch 24 will close the valve when the water level in the container 10 has risen to a given height.

The pump 6 is preferably a constant-output pump which always pumps
5 the same amount Q of pressure medium per unit of time into the supply pipe 4 when running. The pump drive 7 is preferably a motor, such as an electrically operated direct-current motor, which drives the pump at a constant speed. The channels 2a, 2b, 2c, 2d leading to the nozzles are provided with valve elements A1, B1, C1, D1, which can be opened and
10 closed as instructed by the control system. The control system typically controls the valves A1, B1, C1, D1 according to the required amount of liquid to be sprayed, preferably according to the engine load, so the amount of liquid supplied into the intake air typically increases with the engine load. The system comprises a return pipe 5, through which the
15 liquid quantity not fed into the intake air returns to the tank 10. Disposed between the supply pipe 4 and the return pipe 5 are valve elements A2, B2, C2, D2, which can be opened and closed as instructed by the control system. For each closed feed channel 2a, 2b, 2c, 2d leading to the nozzles 1a, 1b, 1c, 1d, a corresponding channel 3a, 3b, 3c, 3d
20 opening into the return pipe 5 is provided. If all the nozzle feed channel valves A1, B1, C1, D1 are open, then the valves A2, B2, C2, D2 in the flow passages leading to the return pipe 5 are closed, and vice versa. The sum of the k -values of the return channels substantially corresponds to the sum of the k -values of the closed nozzles and those of
25 their feed channels. In the embodiment represented by the figure, each channel 3a, 3b, 3c, 3d leading into the return pipe 5 is provided with a throttle element, which is adjusted to match the k -value of the nozzle in closed state. Thus, the sum of the k -values in the system remains substantially constant. In the case of Fig. 1, valve element A1 in the feed
30 channel 2a leading from the supply pipe to valve 1a is open, thus allowing the liquid to flow to the nozzle. The valves B1, C1, D1 in the feed channels leading to the other valves are closed, thus preventing liquid flow to valves 1b, 1c, 1d. Correspondingly, valve A2 in the channel 3a leading to the return pipe 5 is closed, preventing liquid flow through
35 channel 3a into the return pipe. Valves B2, C2, D2 in the other channels 3b, 3c, 3d arranged between the supply pipe and the return pipe are open, permitting the liquid to flow through them into the return pipe 5.

The channels are provided with a throttling 17b, 17c, 17d or equivalent, which corresponds to the k-values of the closed nozzles. By providing nozzles having different characteristics and different flow rate capacities, a very large control range can be covered accurately. In the case of Fig. 1, by using a pump with an output capacity of 15 l/min, where nozzle 1a has an output of 1 l/min, nozzle 1b an output of 2 l/min, nozzle 1c an output of 4 l/min and nozzle 1d an output of 8 l/min, the entire range of 1 – 15 l/min can be covered by opening and closing the valves. The pressure is typically constant in the system. When the engine load increases, the amount of liquid flowing into the intake air through the nozzles is increased by increasing the number of nozzles and/or by selecting a nozzle that permits a larger liquid quantity to flow through it in a unit of time. When the engine load decreases, the amount of liquid flowing through the nozzles supplying liquid into the intake air is reduced by reducing the number of nozzles and/or by selecting a nozzle that permits a smaller amount of liquid to flow through it in a unit of time. In connection with the above-described operation, the amount of water supplied into the return pipe by the "by-pass" route is correspondingly adjusted in inverse proportion to the amount of water fed through the nozzles. In a corresponding manner, the throttling is adjusted so that at least when liquid is being injected into the intake air in the system, the sum of the k-values (Σk) remains substantially constant regardless of whether the liquid is passed through the nozzles or through the return pipe or whether a portion of the liquid quantity is passed through the nozzles and another portion, substantially the rest of it through the return pipe. The flow rate for a nozzle is given by the formula $Q=k\sqrt{p}$, where Q is the flow rate, p is the pressure forcing the medium through the nozzle and k is the nozzle resistance. The value of the factor k depends on the area of the nozzle aperture, among other things. In the case of circular aperture, the value of the factor k depends on the aperture diameter d according to the equation $k=0.78*d^2$ when the aperture is a so-called short aperture. The resistance of the return pipe is adapted to correspond to the resistance of the closed nozzles.

Fig. 3 presents a second embodiment of the apparatus of the invention. In this case, a second pressure medium source 20, e.g. pump unit for

pumping pressurized air is provided in connection with the spraying apparatus. The second pressure medium is supplied through a supply pipe 21 into the channel 2a, 2b, 2c, 2d leading to the nozzles 1a, 1b, 1c, 1d via second feed channels 25a, 25b, 25c, 25d. The feed channels 25a, 25b, 25c, 25d are connected to the channels leading to the nozzles at a point between valve elements A1, B1, C1, D1 and the nozzles 1a, 1b, 1c, 1d. The second valves A2, B2, C2, D2 arranged in connection with the channels leading to the return line 5 are controlled using the pressure of the first pressure medium. When the control system gives a signal and at least one of the first valve elements A1, B1, C1, D1 is opened, the first pressure medium, typically water to be injected can enter into the second feed channel 25a, 25b, 25c, 25d arranged between the valves and the nozzles. The pressure medium can act on the regulator 24a, 24b, 24c, 24d controlling the second valve element A2, B2, C2, D2, this pressure being greater than the spring load of the regulator, with the result that at least one of the valve elements is closed. A second pressure medium, such as a liquid or gas or a mixture of these, is supplied through the feed channels 25a, 25b, 25c, 25d to the nozzles not in use. The pressure of the second pressure medium is typically lower than the pressure of the first pressure medium in the supply pipe 4. Therefore, when first valve element is opened, the first pressure medium can enter the second supply pipe regardless of the pressure of the second pressure medium acting there. Each one of the second feed channels 25a, 25b, 25c, 25d is provided with a check valve 23 to prevent the first pressure medium from entering the second supply pipe 21. After the nozzle has stopped spraying, the system works in the converse manner. Thus, when the first valve element is closed, the pressure in the second supply channel falls, with the result that the spring force in the regulator of the second valve exceeds the counterforce of the pressure medium and opens the second valve element. The second pressure medium is now able to flow into the second feed channel, forcing the first pressure medium remaining there to flow before it into the nozzle. The second pressure medium is allowed to flow through the nozzle, thus preventing the nozzles from becoming clogged in the air intake duct. The pressure of the second pressure medium in the piping is e.g. 6 bar. The force produced by the spring element of the regulator of the second valve element corresponds to a pressure of e.g. 10

bar, so the second valve element will close when the pressure in the second feed channel exceeds 10 bar. Naturally, instead of a spring element, other elements capable of corresponding operation may also be used.

5

A method for controlling a spraying apparatus, especially a spraying apparatus designed for the humidification of intake air, said apparatus comprising at least two spraying nozzles 1a, 1b, 1c, 1d for injecting liquid into the intake air. In accordance with the control system's instructions, when the required amount of liquid to be supplied through the
10 nozzles increases, liquid flow passages are opened for more nozzles 1a, 1b, 1c, 1d and/or the liquid flow is directed into a flow channel leading to a nozzle that permits a larger liquid flow through it per unit of time, and when the required amount of liquid to be supplied through the nozzles decreases, liquid flow channels are closed at least for some of the
15 nozzles and/or the liquid flow is directed to a nozzle that permits a smaller liquid flow through it per unit of time. A substantially constant amount of liquid per unit of time is fed into the supply pipe 4 and at least a portion of the liquid quantity supplied that is not directed to the
20 nozzles is conveyed into the return pipe 5. The pressure in the supply pipe 4 is kept substantially constant, regardless of the number of spraying head nozzles. The k-value (resistance) of at least one of the channels leading into the return pipe 5 is adjusted to make it correspond to the k-value (resistance) of the closed nozzles. The sum of the activated
25 (open) k-values is maintained at a substantially constant value. The liquid to be fed into the return line is conveyed through at least one return channel 3a, 3b, 3c, 3d into the return pipe. The return channel 3a, 3b, 3c, 3d is provided with at least one valve element A2, B2, C2, D2, which is controlled on the basis of impulses given by the control system.
30 In at least one return channel 3a, 3b, 3c, 3d, a throttle element 17a, 17b, 17c, 17d or equivalent having a k-value adapted to correspond to the k-value of the at least one closed nozzles is used. The amount of liquid to be supplied through the nozzles 1a, 1b, 1c, 1d is adjusted as a function of the engine load. Through the nozzles 1a, 1b, 1c, 1d, a liquid
35 mist, especially a water mist is injected. The liquid mist is injected at a pressure of 10 – 300 bar. The maximum droplet size of the liquid mist

injected is typically 200 micrometers. A second medium is conveyed to the nozzle when in it is in closed state to prevent clogging of the nozzle.

5 An apparatus for supplying a liquid mist into the intake air of an engine, said apparatus comprising at least two nozzles for injecting a liquid mist into the air intake duct. The apparatus comprises at least two feed channels 2a, 2b, 2c, 2d provided with valve elements A1, B1, C1, D1, a control system, which gives impulses on the basis of which the afore-
10 said valve elements are opened and closed, liquid supply means 4, 6, 10 for supplying an aqueous liquid into a feed channel 2a, 2b, 2c, 2d leading to at least one nozzle. The apparatus further comprises an outlet pipe 5 and at least one outlet channel 3a, 3b, 3c, 3d, through which a connection to the outlet pipe from the supply pipe 4 leading to the
15 nozzles can be opened and closed. The outlet channel 3a, 3b, 3c, 3d is provided with a valve element A2, B2, C2, D2, which has been arranged to close when the corresponding valve element A1, B1, C1, D1 in the feed channel 2a, 2b, 2c, 2d leading to the nozzle opens and to open when the valve element in the corresponding feed channel leading to the nozzle closes. The apparatus comprises means for keeping the flow
20 resistance (sum of k-values) constant. The apparatus comprises a number of feed channels 2a, 2b, 2c, 2d leading to the nozzles and a corresponding number of return channels 3a, 3b, 3c, 3d as well as valve elements for each feed channel and return channel, each feed channel – return channel pair being controlled together so that when the feed
25 channel opens, the return channel closes and vice versa. The return channels are provided with a throttle element 3a', 3b', 3c', 3d' or equivalent. The liquid supply means comprise a liquid source 10 and a pump 6. The control system has been adapted to control the apparatus on the basis of engine load. The apparatus comprises means 20, 21,
30 25a, 25b, 25c, 25d for conveying a second pressure medium to a nozzles 1a, 1b, 1c, 1d whose feed channel is in closed state to prevent clogging of the nozzle.

35 At least one spraying head 1a, 1b, 1c, 1d of the spraying apparatus is connected directly to the air intake duct structures, and a fine mist produced by the spraying head comprising at least one nozzle is produced directly into the intake air in the air intake duct. When the solution of

the invention is used, no extra chambers or other containers are needed in the air intake ductwork. The nozzles feed water mist under a high pressure into the air intake duct. The pressure is typically over 10 bar, preferably over 30 bar, most preferably over 50 bar. The pressure may be typically between 10 – 300 bar. The water is in the form of a fine mist. Preferably 50 % of the water volume (Dv50) is in the form of droplets having a size typically below 200 micrometers, preferably below 100 micrometers and more preferably below 50 micrometers. Under high load conditions, the droplet size may be larger.

The nozzles in the spraying head may have different properties, which have been adapted according to the placement of each nozzle. The form of the spraying head, the number of nozzles and their orientation may vary depending on the application. It is also possible to supply different mediums to the nozzle, such as water and gas. The figure does not show the nozzles in detail, but they may be replaceable depending on the application.

Fig. 4 presents yet another solution according to the invention. It comprises nozzles 1a, 1b, 1c, 1d arranged in feed channels 2a, 2b, 2c, 2d, each channel having a different number of nozzles placed at different positions in the air intake duct K. In this embodiment, too, the valve elements A1-A2, B1-B2, C1-C2, D1-D2 controlling the liquid flow going into the nozzle feed channels 2a, 2b, 2c, 2d and the return channel 3a, 3b, 3c, 3d are controlled in pairs. These valve element pairs are most appropriately controlled by means of solenoid valves A1', B1', C1', D1'. The return channels are provided with variable throttles 17a, 17b, 17c, 17d, by means of which the flow can be adjusted as desired. Correspondingly, the pressure can also be varied by opening and closing the throttle elements in the return channel. In this embodiment, the valve elements and throttles are arranged as control blocks, indicated in the figure by the number 39 and a broken line. This embodiment likewise comprises a nozzle cleaning system, in which a pressure medium, such as pressurized air, is supplied from a pressure medium source via a pipeline 21 by means of a pump. The pressure medium supply line 21 of the cleaning system is provided with a variable throttle element for the control of the flow. The control system further comprises a temperature

regulating system, whereby the temperature of the liquid to be injected can be adjusted. The system comprises a heat exchanger element 33 arranged in the return line 5, to which heat can be supplied via a line and valve 38. When a small amount of liquid is to be injected, most of the liquid quantity supplied by the pump returns back via the return line. The pressure is at least partly converted to heat as it passes through the throttle elements 17a - 17d, the liquid entering the return line being thus heated. From the return line, at least some of the liquid can be conveyed directly to the pump 6 or into the tank 10. In this case, the heat exchanger element 33 may be superfluous because the system itself generates sufficient heat in the liquid. For example, in low-load conditions, if only 10 % of the pump output is passed into the intake air, as much as 90 % of the power of the pump motor will be transferred for heating the liquid. Similarly, the heat exchanger 33 may also recover heat and transfer it to another part. In the system, it is possible to obtain heat for the liquid to be sprayed even without a heat exchanger. The return line 5 is also preferably provided with a filter element 34 for removing impurities from the liquid.

The nozzles are therefore of a type such that they produce a jet of fine mist when fed with liquid under a high pressure. Many kinds of nozzles of this category are known, e.g. from fire extinguishing technology employing water mist. For example, specifications WO 92/20454 and WO 94/06567 disclose nozzles that produce a water mist at a high pressure. Naturally, other types of nozzles may also be used, e.g. specification WO 01/45799 discloses yet another nozzle.

The amount of water supplied through the nozzles typically increases with increasing engine load. Thus, when the engine load is low, it is possible to supply water only to some of the nozzles and increase the number of spraying nozzles when the load increases. Similarly, the spraying head can be provided with nozzles having different properties, such as flow rate, droplet size produced by the nozzles, etc. It is thus possible to form different combinations, which can be adapted to a wide range of different applications, different engine types, different placements and conditions.

5 The apparatus of the invention is able to make full use of the quantity of heat required for the vaporization of the water, cooling the intake air at each injection point to a temperature close to the wet bulb temperature (or adiabatic saturation temperature, which in the case of a water-air mixture is practically the same thing), i.e. to the temperature to which it is possible to reduce the air temperature by vaporization of water.

10 Thus, the humidity of the gas entering the cylinder and therefore the formation of nitrogen oxides is controlled within desired limits.

15 It is obvious to the person skilled in the art that the invention is not limited to the embodiments described above, but that it may be varied within the scope of the claims presented below.

Claims

1. Method for controlling a spraying apparatus, especially a spraying apparatus designed for the humidification of intake air, said apparatus comprising at least two spraying nozzles (1a, 1b, 1c, 1d) for spraying a liquid into the intake air, characterized in that, in accordance with the control system's instructions, when the required amount of liquid to be supplied through the nozzles increases, liquid flow passages are opened for more nozzles (1a, 1b, 1c, 1d) and/or the liquid flow is directed into a flow passage leading to a nozzle that permits a larger liquid flow through it per unit of time, and when the required amount of liquid to be supplied through the nozzles decreases, liquid flow channels are closed at least for some of the nozzles (1a, 1b, 1c, 1d) and/or the liquid flow is directed to a nozzle that permits a smaller liquid flow through it per unit of time.
2. Method according to claim 1, characterized in that a substantially constant amount of liquid per unit of time is fed into a supply pipe (4) and at least a portion of the liquid quantity supplied that is not directed to the nozzles is conveyed into a return pipe (5).
3. Method according to claim 1 or 2, characterized in that a constant pressure is maintained in the supply pipe (4), regardless of the number of nozzles injecting.
4. Method according to any one of claims 1 – 3, characterized in that the k-value (resistance) of at least one of the channels leading into the return pipe (5) is adjusted to make it correspond to the k-value (resistance) of the nozzles in closed state.
5. Method according to any one of claims 1 – 4, characterized in that the value of the sum of the activated (open) k-values is kept substantially constant.
6. Method according to any one of claims 1 – 5, characterized in that the liquid to be fed into the return line is conveyed through at least one return channel (3a, 3b, 3c, 3d) into the return pipe.

7. Method according to any one of claims 1 – 6, characterized in that the return channel (3a, 3b, 3c, 3d) is provided with at least one valve element (A2, B2, C2, D2), which is controlled on the basis of impulses given by the control system.

8. Method according to any one of claims 1 – 7, characterized in that, in at least one return channel (3a, 3b, 3c, 3d), a throttle element (17a, 17b, 17c, 17d) or equivalent having a k-value adapted to correspond to the k-value of the at least one closed nozzles is used.

9. Method according to any one of claims 1 – 8, characterized in that the amount of liquid to be supplied through the nozzles (1a, 1b, 1c, 1d) is adjusted as a function of the engine load.

10. Method according to any one of claims 1 – 10, characterized in that a liquid mist, especially a water mist is injected through the nozzles (1a, 1b, 1c, 1d).

11. Method according to any one of claims 1 – 10, characterized in that the liquid mist is injected at a pressure of 10 – 300 bar.

12. Method according to any one of claims 1 – 11, characterized in that the maximum droplet size of the liquid mist injected is typically 200 micrometers.

13. Method according to any one of claims 1 – 12, characterized in that a second medium is conveyed to the nozzle when in it is in closed state to prevent clogging of the nozzle.

14. Apparatus for supplying a liquid mist into the intake air of an engine, said apparatus comprising at least two nozzles for spraying a liquid mist liquid into the air intake duct, characterized in that the apparatus comprises at least two feed channels (2a, 2b, 2c, 2d) with valve elements (A1, B1, C1, D1) arranged in them, a control system giving impulses on the basis of which the aforesaid valve elements are opened

14

and closed, and liquid supply means (4, 6, 10) for supplying an aqueous liquid into a feed channel (2a, 2b, 2c, 2d) leading to at least one nozzle.

15. Apparatus according to claim 14, characterized in that the
5 apparatus further comprises an outlet pipe (5) and at least one outlet channel (3a, 3b, 3c, 3d), through which a connection to the outlet pipe from the supply pipe (4) leading to the nozzles can be opened and closed.

10 16. Apparatus according to claim 14 or 15, characterized in that the outlet channel (3a, 3b, 3c, 3d) is provided with a valve element (A2, B2, C2, D2) arranged to close when the corresponding valve element (A1, B1, C1, D1) in the feed channel (2a, 2b, 2c, 2d) leading to
15 the nozzle opens and to open when the valve element in the corresponding feed channel leading to the nozzle closes.

17. Apparatus according to any one of claims 14 – 6, characterized in that the apparatus comprises means for keeping the flow resistance (sum of k-values) constant.

20

18. Apparatus according to any one of claims 14 – 17, characterized in that the apparatus comprises a number of feed channels (2a, 2b, 2c, 2d) leading to the nozzles and a corresponding number of return channels (3a, 3b, 3c, 3d) as well as valve elements for each feed channel and return channel, each feed channel – return channel pair being
25 controlled together so that when the feed channel opens, the return channel closes and vice versa.

19. Apparatus according to any one of claims 14 – 18, characterized in that the return channels are provided with a throttle element
30 (3a', 3b', 3c', 3d') or equivalent.

20. Apparatus according to any one of claims 14 – 19, characterized in that the liquid supply means comprise a liquid source (10) and
35 a pump (6).

21. Apparatus according to any one of claims 14 – 20, characterized in that the control system has been adapted to control the apparatus on the basis of engine load.

5 22. Apparatus according to any one of claims 14 – 21, characterized in that the apparatus comprises means (33) for regulating the temperature of the first pressure medium.

10 23. Apparatus according to any one of claims 14 – 22, characterized in that the apparatus comprises means (20, 21, 25a, 25b, 25c, 25d) for conveying a second pressure medium to a nozzle (1a, 1b, 1c, 1d) whose feed channel is in closed state, to prevent clogging of the nozzle.

15 24. Apparatus according to any one of claims 14 – 23, characterized in that it comprises means (34, 36, 14) for filtering at least the first pressure medium.

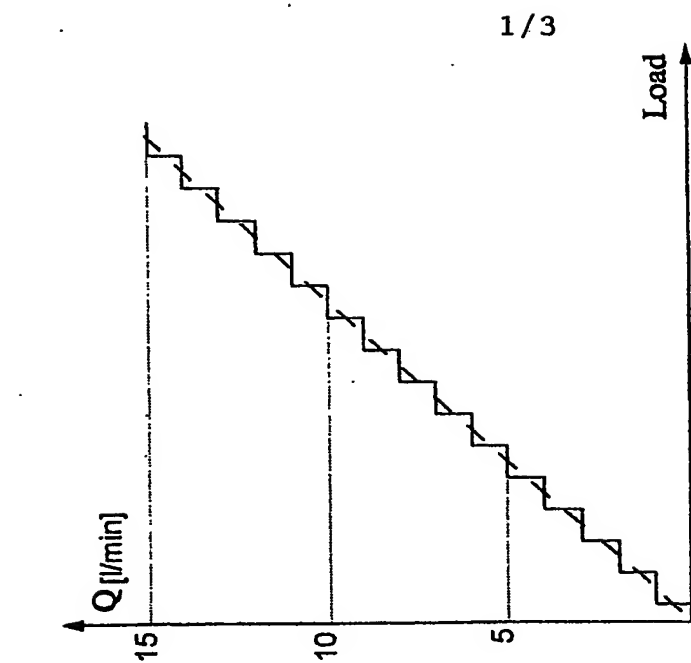
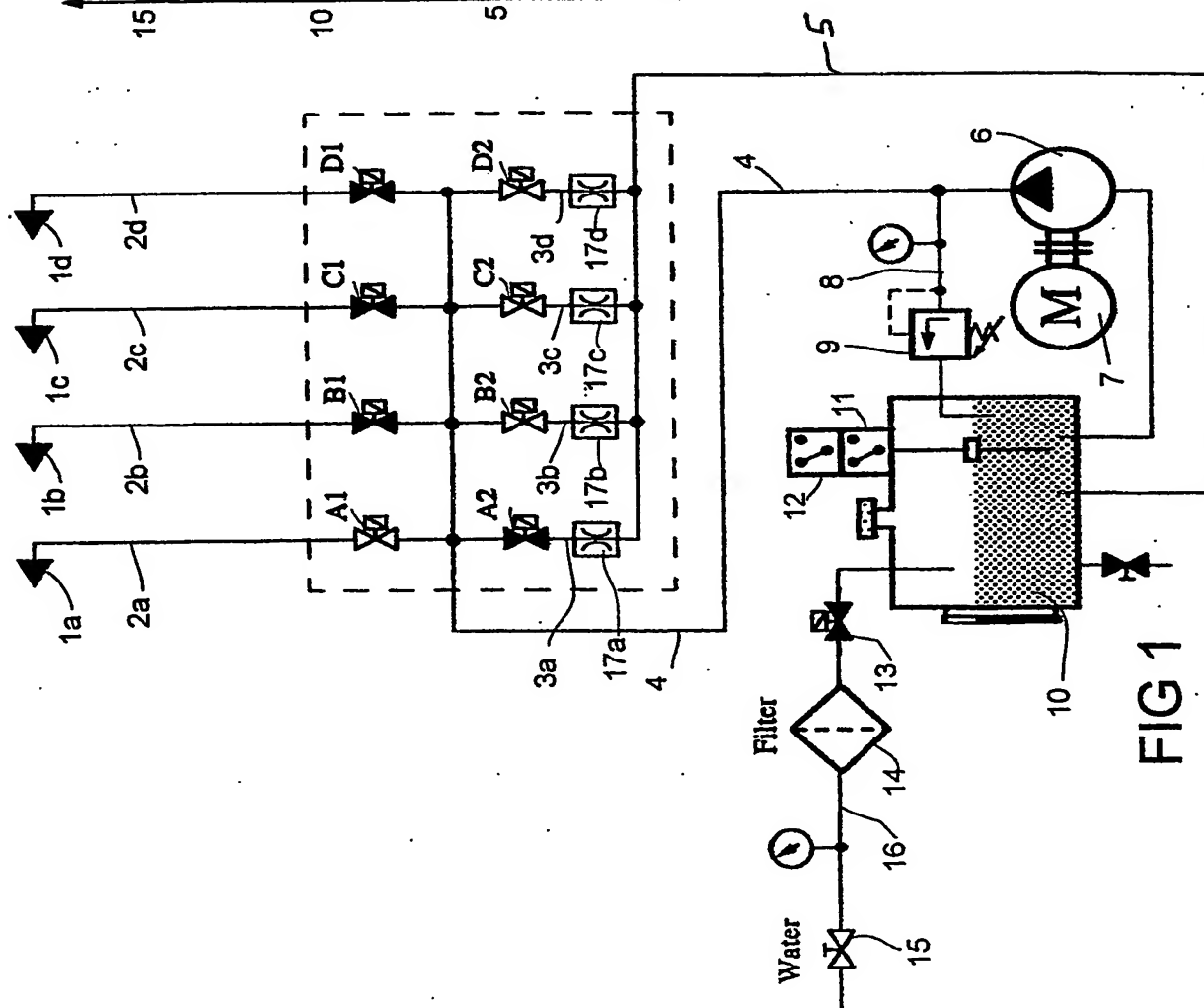


FIG. 2



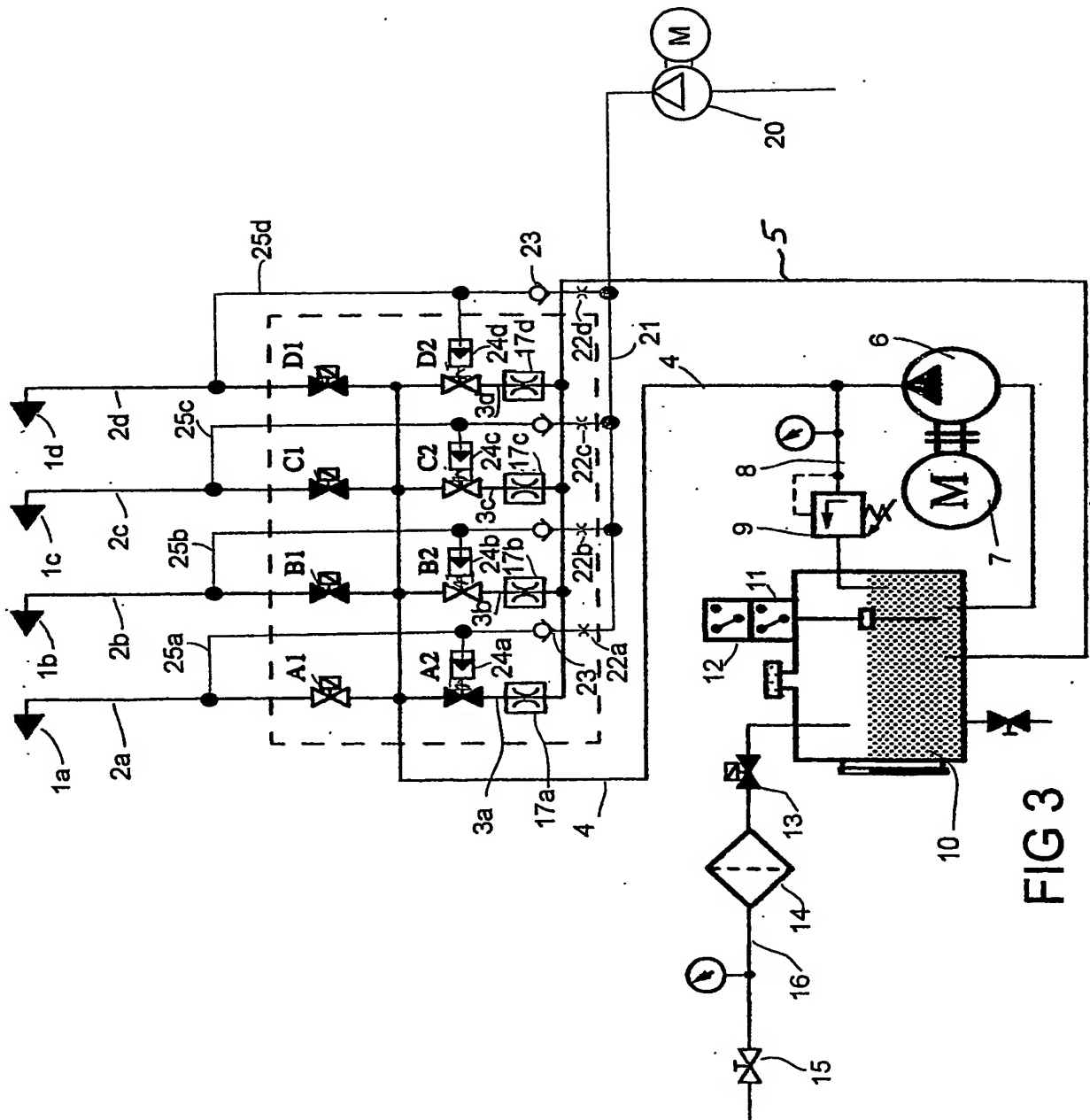


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI 03/00302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC7: F02M 25/028, F02B 47/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC7: F02M, F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-INTERNAL

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3107657 A (D. COOK), 22 October 1963 (22.10.63), column 1, line 22 - line 25; column 1, line 46 - line 64; column 2, line 47 - line 69, figure 1 --	1-12,14-22, 24
A	US 4240380 A (B.L. SLAGLE), 23 December 1980 (23.12.80), figure 1, abstract --	
A	US 4461245 A (M. VINOKUR), 24 July 1984 (24.07.84), figures 1,5,6, abstract --	
A	US 4448153 A (R.J. MILLER), 15 May 1984 (15.05.84), figures 1,2, abstract --	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 July 2003

Date of mailing of the international search report

08 -07- 2003

Name and mailing address of the ISA/

Swedish Patent Office

Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM

Facsimile No. +46 8 666 02 86

Authorized officer

Dan Ionesco / MRo

Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI 03/00302**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p data-bbox="272 348 1024 415">US 4377135 A (J. ABTHOFF ET AL), 22 March 1983 (22.03.83), figures 1,3, abstract</p> <p data-bbox="618 447 748 489">-- -----</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

29/06/03

International application No.
PCT/FI 03/00302

Patent document cited in search report			Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US	3107657	A	22/10/63	NONE	
US	4240380	A	23/12/80	US 4311118 A	19/01/82
US	4461245	A	24/07/84	AT 29766 T	15/10/87
				AU 563870 B	23/07/87
				AU 1276083 A	20/10/83
				CA 1192457 A	27/08/85
				DE 3373695 D	00/00/00
				EP 0091752 A,B	19/10/83
				JP 1694895 C	17/09/92
				JP 3059268 B	10/09/91
				JP 58206868 A	02/12/83
				ZA 8302276 A	28/12/83
US	4448153	A	15/05/84	NONE	
US	4377135	A	22/03/83	DE 2944318 A	14/05/81
				FR 2468753 A,B	08/05/81
				GB 2062755 A,B	28/05/81
				IT 1174310 B	01/07/87
				IT 8050010 D	00/00/00
				JP 56075951 A	23/06/81
				SE 8007654 A	03/05/81

Helsinki 2.7.2003

REC'D 15 JUL 2003

WIPO

PCT

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Marioff Corporation Oy
Vantaa

Patenttihakemus nro
Patent application no

20020754

Tekemispäivä
Filing date

19.04.2002

Kansainvälinen luokka
International class

F02M

Keksinnön nimitys
Title of invention

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

"Menetelmä ja laitteisto suihkutusalaitteiston ohjaamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

MENETELMÄ JA LAITTEISTO SUIHKUTUSLAITTEISTON OHJAA- MISEKSI

Keksinnön tausta

5

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä suihkutuslaitteiston, erityisesti mäntämoottorin imuilman kostuttamiseen tarkoitetun, suihkutuslaitteiston ohjaamiseksi.

- 10 Keksinnön kohteena on myös patenttivaatimuksen 14 johdanto-osan mukainen laitteisto.

- 15 Mäntämoottorien, erityisesti dieselmoottoreiden, pakokaasut sisältävät monenlaisia haitallisia palamistuotteita. Korkeissa palamislämpötiloissa mäntämoottorin sylinterissä syntyy typpioksideja (NO_x), jotka pääsevät pakokaasujen mukana ilmaan. Typpioksidipäästöjen negatiivisten ympäristövaikutusten johdosta pyrkimyksenä on niiden minimointi.

- 20 Veden lisääminen palamistapahtumaan vähentää tunnetusti typpioksidien syntymistä. Tämä ilmiö perustuu veden jäähdyttävään vaikutukseen. Käytännössä veden lisääminen mäntämoottorin palamistapahtumaan on toteutettu usein suihkuttamalla vettä imuilmaan. Nämä järjestelyt ovat moottorin akselihyötysuhteen kannalta edullisia. Moottorin palotilaan saatava vesimäärä voi olla edullisesti enintään se määrä, joka pysyy
- 25 kaasumuodossa imuilman paine- ja lämpötilaolosuhteissa.

- Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada aivan uudenlainen ohjausmenetelmä, joka mahdollistaa imuilman halutunlaisen kostutuksen moottorin eri kuormitustilanteissa.

30

Keksinnön tarkoituksena on myös aikaansaada ohjauslaitteisto, joka mahdollistaa imuilman kostutuksen moottorin eri kuormitustilanteissa.

35

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että ohjausjärjestelmän ohjaamana suuttimilla syötettävän nestemäärän tarpeen lisääntyessä avataan nesteenkulkuteitä useammalle suuttimelle ja/tai vaihdetaan nesteenkulkutie suuttimelle, jonka läpi pääsee virtaamaan

nestettä aikayksikössä on enemmän ja suuttimilla syötettävän nestemäärän tarpeen vähentyessä suljetaan nesteenkulkuteitä ainakin osalle suuttimista ja/tai vaihdetaan nesteenkulkutie suuttimelle, jonka kautta pääsee virtaamaan nestettä aikayksikössä vähemmän.

5

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on lisäksi tunnusomaista se, mitä on mainittu patenttivaatimuksissa 2 – 13.

10

Keksinnön mukaiselle laitteistolle on tunnusomaista se, mitä on mainittu patenttivaatimuksissa 14 - 25.

15

Keksinnön mukaisella ratkaisulla on lukuisia merkittäviä etuja. Keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan helposti aikaansaada erittäin tarkka suihkutusalteiston ohjaus suhteellisen edullisella pumppuyksiköllä. Järjestämällä eri ominaisuuksin varustettuja suuttimia suihkutuspäähän voidaan suihkutettavan vesisumun määrää ja/tai ominaisuuksia vaihdella halutusti avaamalla ja sulkemalla suihkutuspään eri suuttimiin johtavia väliainekanavia. Järjestämällä vakiotuottopumppu ja paluujohto, jonka k-arvo vastaa aina suljettuna olevien suuttimien k-arvoja saavutetaan järjestelmä, jonka k-arvojen summa on aina olennaisesti vakio. Järjestämällä paluujohdon venttiilien ohjaus paineväliainetoimiseksi voidaan vähentää tarvittavien solenoidiventtiilien määrää. Paluukanavien venttiilien ohjaukseen käytettyä paineväliainetta ja/tai toista paineväliainetta voidaan johtaa suuttimiin niiden pitämiseksi puhtaana silloin kun suuttimen läpi ei johdeta suihkutettavaa nestettä.

20

25

Kuvioiden lyhyt selostus

30

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisemmin esimerkin avulla viittaamalla oheiseen piirustukseen, jossa

kuvio 1 esittää kaaviona erästä keksinnön mukaista laitteistoa,

35

kuvio 2 esittää erään keksinnön mukaisen laitteiston nestemäärän syöttöä aikayksikössä moottorin kuormituksen funktiona, ja

kuvio 3 esittää kaaviona keksinnön mukaisen ratkaisun toista sovellusmuotoa, ja

5 kuvio 4 esittää kaaviona keksinnön mukaisen ratkaisun kolmatta sovellusmuotoa.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

10 Kuviossa 1 on eräs keksinnön mukaista menetelmää ja laitteistoa kaavamaisesti kuvaava kaavio. Järjestelmä käsittää ainakin kaksi suutinta 1a, 1b, 1c, 1d, jotka on järjestetty moottorin imuilmakanavaan tai vastaavaan moottorin palotilaan johtavaan tilaan imuilman kostuttamista varten. Kuvion mukaisessa tapauksessa on esitetty neljä suutinta, joille johtaa kanava 2a, 2b, 2c, 2d paineväliaineen, edullisimmin vesipitoisen nesteen syöttöputkesta 4. Syöttöputkeen paineväliainetta 15 syöttää pumppu 6, käyttölaitteen 7 käyttämänä. Paineväliainetta pumppu pumppaa paineväliainelähteestä 10, kuten säiliöstä. Viitenumerot 8 ja 9 osoittavat putkea ja kevennysventtiiliä, joiden kautta neste pääsee virtaamaan siinä tapauksessa, että pumpun paineja paine putkessa 8 20 nousevat yli tietyn, ennalta asetettavissa olevan raja-arvon. Viitenumerot 13 ja 15 osoittavat venttiilejä, ja viitenumero 14 suodatinta. Suodatin estää sellaisten partikkeleiden pääsyn suihkutuslaitteistoon, jotka voisivat tukkia suihkutuspään suuttimen 1a, 1b, 1c, 1d. Kun säiliön 10 nestetaso alenee alle tietyn tasonkytkin 11 avaa venttiilin 13. 25 Kytkin 24 sulkee venttiilin kun veden taso säiliössä 10 on noussut tietylle korkeudelle.

Pumppu 7 on edullisesti vakiotuottopumppu, joka käydessään pumppaa aina olennaisesti saman määrän Q aikayksikössä paineväliainetta syöttöputkeen 4. Pumpun käyttölaite on edullisesti moottori, kuten sähkökäyttöinen tasavirtamoottori, joka käyttää pumppua vakionopeudella. Suuttimille meneviin kanaviin 2a, 2b, 2c, 2d on järjestetty venttiilielimet A1, B1, C1, D1, jotka on avattavissa ja suljettavissa ohjausjärjestelmän ohjaamina. Tyypillisesti ohjausjärjestelmä ohjaa venttiileitä A1, 30 B1, C1, D1 sumutettavan nesteen tarpeen mukaan, edullisimmin moottorin kuormituksen mukaan, jolloin suuttimilla 1a, 1b, 1c, 1d

imuilman joukkoon syötettävä nestemäärä tyyppillisesti kasvaa moottorin kuormituksen kasvaessa. Järjestelmä käsittää paluuputken 5, jota kautta imuilman joukkoon syöttämätön nestemäärä palaa tankkiin 10. Syöttöputken 4 ja paluuputken 5 väliin on järjestetty venttiilielimet A2, B2, C2, D2, jotka on avattavissa ja suljettavissa ohjausjärjestelmän ohjaamina. Kutakin suuttimien 1a, 1b, 1c, 1d suljettuna olevaa syöttökanavaa 2a, 2b, 2c, 2d vastaa paluuputkeen 5 avoinna oleva kanava 3a, 3b, 3c, 3d. Jos kaikki suuttimien syöttökanavien venttiilit A1, B1, C1, D1 ovat avoinna ovat paluuputkeen 5 johtavan kulkutien venttiilit A2, B2, C2, D2 suljettu ja päinvastoin. Paluukanavien k-arvojen summa vastaa olennaisesti suljettuna olevien suuttimien ja niiden syöttökanavien k-arvojen summaa. Kuvion mukaisessa sovellutusmuodossa kuhunkin paluuputkeen 5 johtavaan kanavaan 3a, 3b, 3c, 3d on järjestetty kuristinelin, jonka on säädetty vastaamaan suljettuna olevan suuttimen k-arvoa. Järjestelmän k-arvojen summa pysyy siten olennaisesti vakiona. Kuvion 1 tapauksessa syöttöputkesta suuttimelle 1a menevä syöttökanavan 2a venttiilielin A1 on auki sallien nesteen virrata suuttimelle. Muiden suutinten syöttökanavien venttiilit B1, C1, D1 ovat suljetut estäen nesteen virtaamisen suuttimille 1b, 1c, 1d. Vastaavasti paluujohd-
 toon 5 johtavan kanavan 3a venttiili A2 on suljettuna estäen nesteen pääsyn kanavan 3a kautta paluujohd-
 toon. Muiden suljettuina olevien, suuttimille meneviä kanavia vastaavien, syöttöputken ja paluuputken väliin järjestettyjen kanavien 3b, 3c, 3d venttiilit B2, C2, D2 ovat avoinna sallien nesteen virrata niiden kautta paluujohd-
 toon 5. Kanaviin on järjestetty kuristus 17b, 17c, 17d tai vastaava, joka vastaa suljettuna olevien suutinten k-arvoja. Järjestämällä ominaisuuksiltaan erilaisia suuttimia, joilla on erilaisia nesteen virtausmääräkapasiteetteja saadaan katetuksi erittäin laaja säätöalue tarkasti. Kuvion 1 tapauksessa käyttämällä pumppua, jonka tuotto on 15 l/min, ja jossa suuttimella 1a on tuotto 1 l/min, suuttimella 1b tuotto 2 l/min, suuttimella 1c tuotto 4 l/min ja suuttimella 1d tuotto 8 l/min, saadaan avaamalla ja sulkemalla venttiilejä katettua koko alue 1 – 15 l/min. Paine on järjestelmässä tyyppillisesti vakio. Kun moottorin kuormitus kasvaa lisätään imuilmaan vettä syöttävien suuttimien kautta virtaavaa nestemäärää lisäämällä suuttimien määrää ja/tai valitsemalla suutin, jonka kautta pääsee virtaamaan suurempi nestemäärä aikayksikössä. Kun moottorin kuormitus pienenee vähennetään imuilmaan nestettä syöttävien suuttimien kautta

virtaavaa nestemäärää vähentämällä suuttimien määrää ja/tai valitsemalla suutin, jonka kautta pääsee virtaamaan pienempi nestemäärä aikayksikössä. Edellä kuvatun toimenpiteen yhteydessä säädetään vastaavasti paluuputkeen ns. ohisyötettävän veden määrää kääntäen verrannollisesti suuttimien kautta syötettävän veden määrään. Vastaavasti säädetään kuristusta niin, että, ainakin silloin kun järjestelmässä suihkutetaan nestettä imuilman joukkoon, järjestelmän k-arvojen summa (Σk) pysyy olennaisesti vakiona riippumatta siitä johdetaanko nestettä suuttimien kautta vai paluuputken kautta tai osa suuttimien kautta ja osa, olennaisesti loppuosa, paluuputken kautta. Suuttimen virtausmäärä noudattaa kaavaa $Q=k\sqrt{p}$, jossa kaavassa Q on virtausmäärä, p on paine, joka painaa väliainetta suuttimen läpi ja k on suuttimen vastus. Kertoimen k arvo riippuu mm. suuttimen aukon pinta-alasta. Jos aukko on pyöreä kertoimen k arvo riippuu aukon halkaisijasta d seuraavasti $k=0.78*d^2$, kun aukko on ns. lyhyt aukko. Paluujohdon vastus on sovitettu vastaamaan suljettuna olevien suuttimien vastusta.

Kuviossa 3 on esitetty keksinnön mukaisen laitteiston eräs toinen sovellutusmuoto. Siinä suihkutusalteiston yhteydessä on toinen paineväliainelähde 20, esimerkiksi paineilmaa pumppaava pumppuyksikkö. Toista paineväliainetta johdetaan toisen syöttöputken 21 välityksellä suuttimille 1a, 1b, 1c, 1d menevään kanavaan 2a, 2b, 2c, 2d toisten syöttökanavien 25a, 25b, 25c, 25d kautta. Syöttökanavat 25a, 25b, 25c, 25d on yhdistetty suuttimiin meneviin kanaviin venttiilielinten A1, B1, C1, D1 ja suuttimien 1a, 1b, 1c, 1d välistä. Paluujohtoon 5 vievien kanavien yhteyteen järjestettyjen toisten venttiilielinten A2, B2, C2, D2 ohjaukseen käytetään ensimmäisen paineväliaineen painetta. Kun ohjausjärjestelmä antaa signaalin ja ainakin yksi ensimmäinen venttiilielin A1, B1, C1, D1 avautuu pääsee ensimmäinen paineväliaine, tyypillisesti suihkutettava vesi venttiilien ja suuttimien väliin järjestettyyn toiseen syöttökanavaan 25a, 25b, 25c, 25d. Paineväliaine pääsee vaikuttamaan toisen venttiilielimen A2, B2, C2, D2 säätölaitteeseen 24a, 24b, 24c, 24d, joka paine on suurempi kuin säätölaitteen jousikuorma, jolloin ainakin yksi venttiilielin sulkeutuu. käyttämättöminä oleviin suuttimiin johdetaan syöttökanavien 25a, 25b, 25c, 25d välityksellä toista paineväliainetta, kuten nestettä tai kaasua tai niiden seosta. Toisen paineväliaineen paine on tyypillisesti pienempi kuin ensimmäisen paineväli-

neen paine syöttöputkessa 4. Tällöin ensimmäisen venttiilielimen avautuessa ensimmäinen paineväliaine pääsee tunkeutumaan toiseen syöttöputkeen huolimatta siellä vaikuttavasta toisesta paineväliaineesta. Kuhunkin toiseen syöttökanavaan 25a, 25b, 25c, 25d on järjestetty

- 5 vastaventtiili 23, joka estämään ensimmäisen paineväliaineen pääsyä toiseen syöttöputkeen 21. Suuttimen lopetettua sumuttamisen toimii järjestelmä päin vastoin, jolloin kun ensimmäinen venttiilielin sulkeutuu paine toisessa syöttökanavassa laskee, jolloin jousivoima toisen venttiilin säätölaitteessa muodostuu paineväliaineen vastavoimaa suurem-
- 10 maksi ja avaa toisen venttiilielimen. Toinen paineväliaine pääsee tällöin toiseen syöttökanavaan ja työntää siihen jääneen ensimmäisen paineväliaineen edellään suuttimeen. Toista paineväliainetta annetaan virrata suuttimen läpi, jolloin estetään suutinten tukkeutuminen imuilmakanavassa. Toisen paineväliaineen paine putkistossa on esimerkiksi 6 bar.
- 15 Toisen venttiilielimen säätölaitteen jousielimen tuottama voima vastaa esimerkiksi 10 bar painetta, jolloin toinen venttiilielin sulkeutuu, kun paine toisessa syöttökanavassa ylittää 10 bar. Luonnollisesti jousielimen asemesta voidaan käyttää muitakin vastaavan toiminnon mahdollistavia elimiä.

20

Menetelmä suihkutusalaitteiston, erityisesti imuilman kostutukseen tarkoitetun suihkutusalaitteiston, ohjaamiseksi, joka laitteisto käsittää ainakin kaksi suihkutussuutinta 1a, 1b, 1c, 1d nesteiden suihkuttamiseksi imuilmaan. Ohjausjärjestelmän ohjaamana suuttimilla syötettävän

25 nestemäärän tarpeen lisääntyessä avataan nesteenkulkuteitä useammalle suuttimelle 1a, 1b, 1c, 1d ja/tai vaihdetaan nesteenkulkutie suuttimelle, jonka läpi pääsee virtaamaan nestettä aikayksikössä on enemmän ja suuttimilla syötettävän nestemäärän tarpeen vähentyessä suljetaan nesteenkulkuteitä ainakin osalle suuttimista 1a, 1b, 1c, 1d ja/tai

30 vaihdetaan nesteenkulkutie suuttimelle, jonka kautta pääsee virtaamaan nestettä aikayksikössä vähemmän. Johdetaan syöttöputkeen 4 olennaisesti vakiomäärä nestettä aikayksikössä ja johdetaan ainakin osa syötettävästä nestemäärästä, jota ei johdeta suuttimille, paluuputkeen

5. Pidetään paine syöttöputkessa 4 olennaisesti vakiona, riippumatta suihkuttavien suuttimien lukumäärästä. Säädetään paluuputkeen 5 johtavan ainakin yhden kanavan k-arvoa (vastusta) vastaamaan suljettuna olevien suuttimien k-arvoa (vastusta). Pidetään järjestelmän

- aktivoitu (avattujen) k-arvojen summa olennaisesti vakiona. Johdetaan paluuputkeen syötettävä neste ainakin yhden paluukanavan 3a, 3b, 3c, 3d kautta paluuputkeen. Paluukanavaan 3a, 3b, 3c, 3d on järjestetty ainakin yksi venttiilielin A2, B2, C2, D2, jota ohjataan ohjausjärjestelmän antamien impulssien perusteella. Käytetään ainakin yhdessä paluukanavassa 3a, 3b, 3c, 3d kuristinelintä 17a, 17b, 17c, 17d tai vastaavaa, jonka k-arvo on sovitettu vastaamaan ainakin yhden suljettuna olevan suutinten k-arvoa. Säädetään suuttimien 1a, 1b, 1c, 1d kautta syötettävää nestemäärää moottorin kuormituksen funktiona. Suuttimilla 1a, 1b, 1c, 1d suihkutetaan nestesumua, erityisesti vesisumua. Suihkutetaan nestesumua paineella 10 – 300 bar. Suihkutettavan nestesumun pisarakoko on tyypillisesti enintään 200 mikrometriä. Johdetaan toista väliainetta suljettuna olevalle suuttimelle suuttimen tukkeutumisen estämiseksi.
- 15 Laitteisto nestesumun syöttämiseksi moottorin imuilman joukkoon, joka laitteisto käsittää ainakin kaksi suutinta nestesumun suihkuttamiseksi imuilmakanavaan. Laitteisto käsittää ainakin kaksi syöttökanavaa 2a, 2b, 2c, 2d, joihin on järjestetty venttiilielimet A1, B1, C1, D1, ohjausjärjestelmän, jonka antamien impulssien perusteella avataan ja suljetaan mainittuja venttiilielimiä, nesteen syöttövälineet 4, 6, 10 vesipitoisen nesteen syöttämiseksi ainakin yhdelle suuttimelle menevään syöttökanavaan 2a, 2b, 2c, 2d. Laitteisto käsittää edelleen poistoputken 5 ja ainakin yhden poistokanavan 3a, 3b, 3c, 3d, jonka kautta on avattavissa ja suljettavissa yhteys poistoputkeen suuttimille johtavasta syöttöputkesta 4. Poistokanavaan 3a, 3b, 3c, 3d on järjestetty venttiilielin A2, B2, C2, D2, joka on järjestetty sulkeutumaan kun vastaava suuttimelle menevän syöttökanavan 2a, 2b, 2c, 2d venttiilielin A1, B1, C1, D1 avautuu ja avautumaan kun vastaavan suuttimelle menevän syöttökanavan venttiilielin sulkeutuu. Laitteisto käsittää välineet virtausvasituksen (k-arvojen summan) pitämiseksi olennaisesti vakiona. Laitteisto käsittää useita suuttimille meneviä syöttökanavia 2a, 2b, 2c, 2d ja vastaavan määrän paluukanavia 3a, 3b, 3c, 3d sekä venttiilielimet kutakin syöttökanavaa ja paluukanavaa varten, jolloin kutakin syöttökanava-paluukanavaparia ohjataan yhdessä niin, että syöttökanavan avautuessa paluukanava sulkeutuu ja päinvastoin. Paluukanavilain on järjestetty kuristinelin 3a', 3b', 3c', 3d' tai vastaava. Nesteensyöttöväli-

neet käsittävät nestelähteen 10 ja pumpun 6. Ohjausjärjestelmä on sovitettu ohjaamaan laitteistoa moottorin kuormituksen perusteella. Laitteisto käsittää välineet 20, 21, 25a, 25b, 25c, 25d toisen paineväliaineen johtamiseksi suuttimelle 1a, 1b, 1c, 1d, jonka syöttökanava on suljettuna, suuttimen tukkeutumisen estämiseksi.

Suihkutuslaitteiston ainakin yksi suihkutuspää 1a, 1b, 1c, 1d on kytketty suoraan imuilmakekanavan rakenteisiin ja sen ainakin yhden suuttimen käsittävän suihkutuspään avulla tuotetaan hienoa sumua suoraan imukanavan imuilmaan. Keksinnön mukaista ratkaisua käytettäessä ei tarvita imuilmakekanavaan järjestettyjä ylimääräisiä kammioita tai muita säiliöitä. Suuttimet syöttävät vesisumua imuilmakekanavaan korkealla paineella. Paine on tyypillisesti yli 10 bar, suositeltavammin yli 30 bar. suositeltavimmin yli 50 bar. Paine on siten edullisesti 10 – 300 bar. Vesi on tyypillisesti hienojakoista sumua. Edullisimmin 50 % veden tilavuudesta (Dv50) on pisaroina, joiden pisarakoko on tyypillisesti alle 200 mikrometriä, suositeltavasti alle 100 mikrometriä ja vielä suositeltavammin alle 50 mikrometriä. Suurella kuormalla pisarakoko voi olla suurempikin.

20

Suuttimilla 1a, 1b, 1c, 1d voi olla keskenään erilaisia ominaisuuksia, jotka on sovitettu kunkin sijoituskohteen mukaisesti. Suihkutuspään muoto, suutinten lukumäärä ja niiden suuntaus voivat vaihdella sovellutuskohteen mukaisesti. Suuttimeen voidaan syöttää myös eri väliaineita kuten vettä ja kaasua. Suuttimia ei ole kuviossa esitetty yksityiskohtaisesti, mutta ne voivat olla sovellutuskohteen mukaan vaihdettavia.

25

Kuviossa 4 on esitetty vielä eräs keksinnön mukainen ratkaisu. Siinä on useita suuttimia 1a, 1b, 1c, 1d järjestetty syöttökanaviin 2a, 2b, 2c, 2d eri määriä ja eri kohtiin imuilmakekanavaa K. Myös tässä sovellutusmuodossa suuttimien syöttökanaviin 2a, 2b, 2c, 2d menevää nestevirtausta ja paluukanavan 3a, 3b, 3c, 3d nestevirtausta säättäviä venttiilielimiä A1-A2, B1-B2, C1-C2, D1-D2 ohjataan pareittain. Venttiilielinipareja ohjataan sopivimmin solenoidiventtiileillä A1', B1', C1', D1'. Paluukanaviin on järjestetty säädettävä kuristus 17a, 17b, 17c, 17d, joiden avulla voidaan säätää virtaus halutuksi. Vastaavasti myös painetta voidaan

30

35

vaihdella avaamalla ja sulkemalla paluukanavan kuristinelimiä. Tässä sovellutusmuodossa venttiilielimet ja kuristimet on järjestetty säätölohkoksi, joka on kuviossa merkitty numerolla 39 ja katkoviivalla. Myös tässä sovellutusmuodossa on suuttimien puhdistusjärjestelmä, jossa

5 paineväliainetta, kuten paineilmaa tuodaan johtoa 21 pitkin paineväliainelähteestä pumpulla. Puhdistusjärjestelmän paineväliaineen syöttöjohtoon 21 on järjestetty säädettävä kuristinelin, virtauksen säätöä varten. Säätöjärjestelmä käsittää edelleen lämpötilan säätöjärjestelmän, jolla voidaan säätää suihkutettavan nesteen lämpötilaa. Järjestelmä käsittää paluujohtoon 5 järjestetyn lämmönvaihdelimen 33, jolle

10 voidaan tuoda lämpöä johtoa pitkin venttiilin 38 kautta. Pienellä suihkutettavalla nestemäärällä suuri osa pumpun syöttämästä nestemäärästä palaa paluujohtoa pitkin takaisin. Ainakin osa paineesta muuttuu lämmöksi kuristinelimen 17 a. - 17d läpi siirtyessään, jolloin paluujohtoon tuleva neste lämpenee. Paluujohtosta ainakin osa nesteestä voidaan ohjata joko suoraan pumpulle 6 tai tankkiin 10. Tällöin esitetty lämmönvaihdelin 33 saattaa olla tarpeeton, koska järjestelmä itsessään tuo nesteeseen riittävästi lämpöä. Jos esimerkiksi pienellä kuormalla vain 10 % pumpun tuotosta ohjataan imuilman joukkoon, jolloin

20 pumpun moottorin tehosta jopa 90 % siirtyy nesteen lämmitykseen. Vastaava vaikutus voidaan aikaansaada myös paineenrajoitusventtiilin avulla. Vastaavasti lämmönvaihdin 33 voi myös ottaa talteen lämpöä ja siirtää sen toiseen kohteeseen. Järjestelmässä saadaan suihkutettavaan nesteeseen lämpöä jopa ilman lämmönvaihdinta. Paluujohtoon 5 on

25 myös edullisesti järjestetty suodatinelin 34, epäpuhtauksien poistamiseksi nesteestä.

Suuttimet ovat siten tyypiltään sellaisia, jotka sumuttavat hienoa sumua syötettäessä niihin nestettä korkealla paineella. Tällaisia suuttimia tunnetaan monenlaisia, esimerkiksi vesisumua hyödyntävän palonsammutustekniikan yhteydestä. Esimerkiksi julkaisuissa WO 92/20454 ja WO 94/06567 on esitetty vesisumua korkeassa paineessa tuottavia suuttimia. Luonnollisesti suuttimet voivat olla muunlaisiakin, esimerkiksi julkaisussa WO 01/45799 on esitetty vielä eräs suutin.

35 Tyypillisesti suuttimien kautta syötettävää vesimäärä lisääntyy kun moottorin kuormitus kasvaa. Tällöin voidaan esimerkiksi pienellä moot-

torin kuormituksella syöttää vettä vain osaan suihkutuspään suuttimista ja kuormituksen kasvaessa lisätä suihkuttavien suuttimien lukumäärää. Vastaavasti voidaan suihkutuspäähän järjestää suuttimia, joilla on erilaiset ominaisuuksia, kuten virtausaukon koko, suuttimen tuottama pisarakoko jne. Tällöin voidaan aikaansaada erilaisia kombinaatioita, jotka on sovitettavissa hyvin monenlaisiin suihkutuspään käyttökohteisiin, erilaisille moottorityypeille erilaisiin sijoituskohteisiin ja olosuhteisiin.

10 Keksinnön mukaista ohjausmenetelmää hyödyntävä laitteisto kykenee käyttämään täysimääräisesti hyväkseen veden haihtumiseen vaaditun lämpö määrän jäähdyttäen imuilmaa kussakin ruiskutuskohdassa lähes märkälämpötilaan (tai adiabaattiseen saturaatiolämpötilaan, joka on vesi-ilmaseoksella käytännössä sama asia), eli siihen lämpötilaan, johon veden haihtumisella on mahdollista laskea ilman lämpötila.

15 Tällöin säädetään sylinteriin menevän kaasun kosteutta ja siten typpioksidien muodostumista halutuissa rajoissa.

20 Alan ammattihenkilölle on selvää, että keksintö ei ole rajoitettu edellä esitettyihin sovellutusmuotoihin, vaan sitä voidaan vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä suihkutuslaitteiston, erityisesti Imuilman kostutukseen tarkoitetun suihkutuslaitteiston, ohjaamiseksi, joka laitteisto käsittää
5 ainakin kaksi suihkutussuutinta (1a, 1b, 1c, 1d) nesteen suihkuttamiseksi imuilmaan, t u n n e t t u siitä, että ohjausjärjestelmän ohjaamana suuttimilla syötettävän nestemäärän tarpeen lisääntyessä avataan nesteenkulkuteitä useammalle suuttimelle (1a, 1b, 1c, 1d) ja/tai vaihdetaan nesteenkulkutie suuttimelle, jonka läpi pääsee virtaamaan nestettä aikayksikössä on enemmän ja suuttimilla syötettävän nestemäärän tarpeen vähentyessä suljetaan nesteenkulkuteitä ainakin osalle suuttimista (1a, 1b, 1c, 1d) ja/tai vaihdetaan nesteenkulkutie suuttimelle, jonka kautta pääsee virtaamaan nestettä aikayksikössä vähemmän.
10
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että johdetaan syöttöputkeen (4) olennaisesti vakiomäärä nestettä aikayksikössä ja johdetaan ainakin osa syötettävästä nestemäärästä, jota ei johdeta suuttimille, paluuputkeen (5).
15
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pidetään paine syöttöputkessa (4) olennaisesti vakiona, riippumatta suihkuttavien suuttimien lukumäärästä.
20
4. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että säädetään paluuputkeen (5) johtavan ainakin yhden kanavan k-arvoa (vastusta) vastaamaan suljettuna olevien suuttimien k-arvoa (vastusta).
25
5. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pidetään järjestelmän aktivoitu (avattujen) k-arvojen summa olennaisesti vakiona.
30
6. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että johdetaan paluuputkeen syötettävä neste ainakin yhden paluukanavan (3a, 3b, 3c, 3d) kautta paluuputkeen.
35

7. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että paluukanavaan (3a, 3b, 3c, 3d) on järjestetty ainakin yksi venttiilielin (A2, B2, C2, D2), jota ohjataan ohjausjärjestelmän antamien impulssien perusteella.

8. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käytetään ainakin yhdessä paluukanavassa (3a, 3b, 3c, 3d) kuristinelintä (17a, 17b, 17c, 17d) tai vastaavaa, jonka k-arvo on sovitettu vastaamaan ainakin yhden suljettuna olevan suutinten k-arvoa.

9. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 8 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että säädetään suuttimien (1a, 1b, 1c, 1d) kautta syötettävää nestemäärää moottorin kuormituksen funktiona.

10. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 9 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että suuttimilla (1a, 1b, 1c, 1d) suihkutetaan nestesumua, erityisesti vesipitoista nestesumua.

20

11. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 10 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että suihkutetaan nestesumua paineella 10 - 300 bar.

12. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 11 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että suihkutettavan nestesumun pisarakoko on tyypillisesti enintään 200 mikrometriä.

13. Jonkin patenttivaatimuksista 1- 12 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että johdetaan toista väliainetta suljettuna olevalle suuttimelle suuttimen tukkeutumisen estämiseksi.

14. Laitteisto nestesumun syöttämiseksi moottorin imuilman joukkoon, joka laitteisto käsittää ainakin kaksi suutinta nestesumun suihkuttamiseksi imuilman kanavaan, tunnettu siitä, että laitteisto käsittää ainakin kaksi syöttökanavaa (2a, 2b, 2c, 2d), joihin on järjestetty venttiilimet (A1, B1, C1, D1), ohjausjärjestelmän, jonka antamien impulssi-

en perusteella avataan ja suljetaan mainittuja venttiilielimiä, ja nesteen syöttövälineet (4, 6, 10) vesipitoisen nesteen syöttämiseksi ainakin yhdelle suuttimelle menevään syöttökanavaan (2a, 2b, 2c, 2d).

- 5 15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että laitteisto käsittää edelleen poistoputken (5) ja ainakin yhden poistokanavan (3a, 3b, 3c, 3d), jonka kautta on avattavissa ja suljettavissa yhteys poistoputkeen suuttimille johtavasta syöttöputkesta (4).
- 10 16. Patenttivaatimuksen 14 tai 15 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että poistokanavaan (3a, 3b, 3c, 3d) on järjestetty venttiilielin (A2, B2, C2, D2), joka on järjestetty sulkeutumaan kun vastaava suuttimelle menevän syöttökanavan (2a, 2b, 2c, 2d) venttiilielin (A1, B1, C1, D1) avautuu ja avautumaan kun vastaavan suuttimelle menevän
15 syöttökanavan venttiilielin sulkeutuu.
17. Jonkin patenttivaatimuksista 14 - 16 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että laitteisto käsittää välineet virtausvastuksen (k-arvojen summan) pitämiseksi olennaisesti vakiona.
- 20 18. Jonkin patenttivaatimuksista 14 - 17 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että laitteisto käsittää useita suuttimille meneviä syöttökanavia (2a, 2b, 2c, 2d) ja vastaavan määrän paluukanavia (3a, 3b, 3c, 3d) sekä venttiilielimet kutakin syöttökanavaa ja paluukanavaa
25 varten, jolloin kutakin syöttökanava-paluukanavaparia ohjataan yhdessä niin, että syöttökanavan avautuessa paluukanava sulkeutuu ja päinvastoin.
19. Jonkin patenttivaatimuksista 14 - 18 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että paluukanaviin on järjestetty kuristinelin (3a', 3b', 3c', 3d') tai vastaava.
20. Jonkin patenttivaatimuksista 14 - 19 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että nesteensyöttövälineet käsittävät nestelähteen
35 (10) ja pumpun (6).

21. Jonkin patenttivaatimuksista 14 - 20 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että ohjausjärjestelmä on sovitettu ohjaamaan laitteistoa moottorin kuormituksen perusteella.

5 22. Jonkin patenttivaatimuksista 14 - 21 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että laitteisto käsittää välineet (33) ensimmäisen paineväliaineen lämpötilan säätämiseksi.

10 23. Jonkin patenttivaatimuksista 14 - 22 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että laitteisto käsittää välineet (20, 21, 25a, 25b, 25c, 25d) toisen paineväliaineen johtamiseksi suuttimelle (1a, 1b, 1c, 1d), jonka syöttökanava on suljettuna, suuttimen tukkeutumisen estämiseksi.

15 24. Jonkin patenttivaatimuksista 14 - 23 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että se käsittää välineet (34, 36, 14) ainakin ensimmäisen paineväliaineen suodattamiseksi.



(57) TIIVISTELMÄ

Menetelmä suihkutuslaitteiston, erityisesti imuilman
kostutukseen tarkoitetun suihkutuslaitteiston, ohjaa-
miseksi, joka laitteisto käsittää ainakin kaksi suihku-
tussuutinta (1a, 1b, 1c, 1d) nesteen suihkuttamiseksi
imuilmaan. Ohjausjärjestelmän ohjaamana suutti-
milla syötettävän nestemäärän tarpeen lisääntyessä
avataan nesteenkulkuteitä useammalle suuttimelle
(1a, 1b, 1c, 1d) ja/tai vaihdetaan nesteenkulkutie
suuttimelle, jonka läpi pääsee virtaamaan nestettä
aikayksikössä on enemmän ja suuttimilla syötettävän
nestemäärän tarpeen vähentyessä suljetaan nes-
teenkulkuteitä ainakin osalle suuttimista (1a, 1b, 1c,
1d) ja/tai vaihdetaan nesteenkulkutie suuttimelle,
jonka kautta pääsee virtaamaan nestettä aikayksi-
kössä vähemmän.

(Fig. 1)



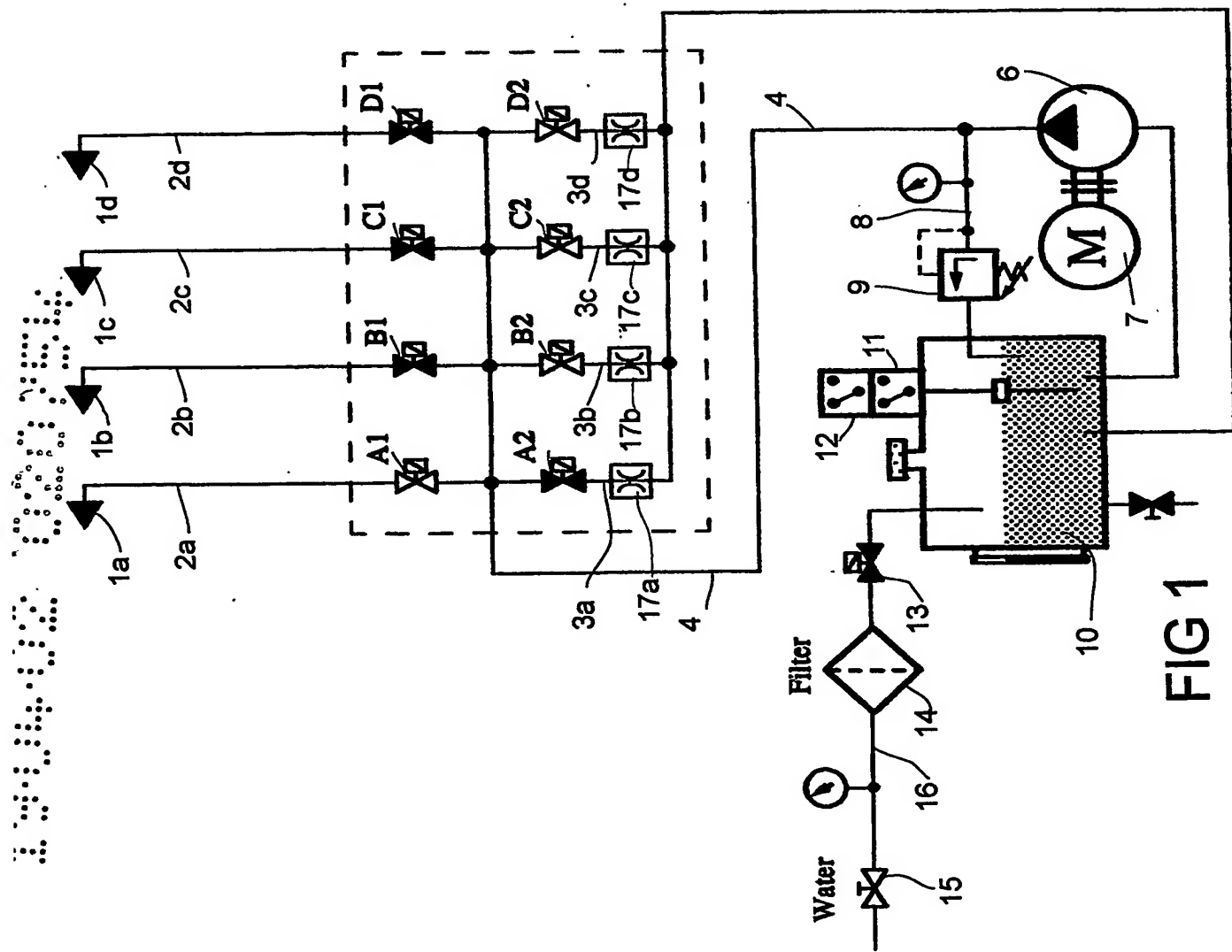


FIG. 2

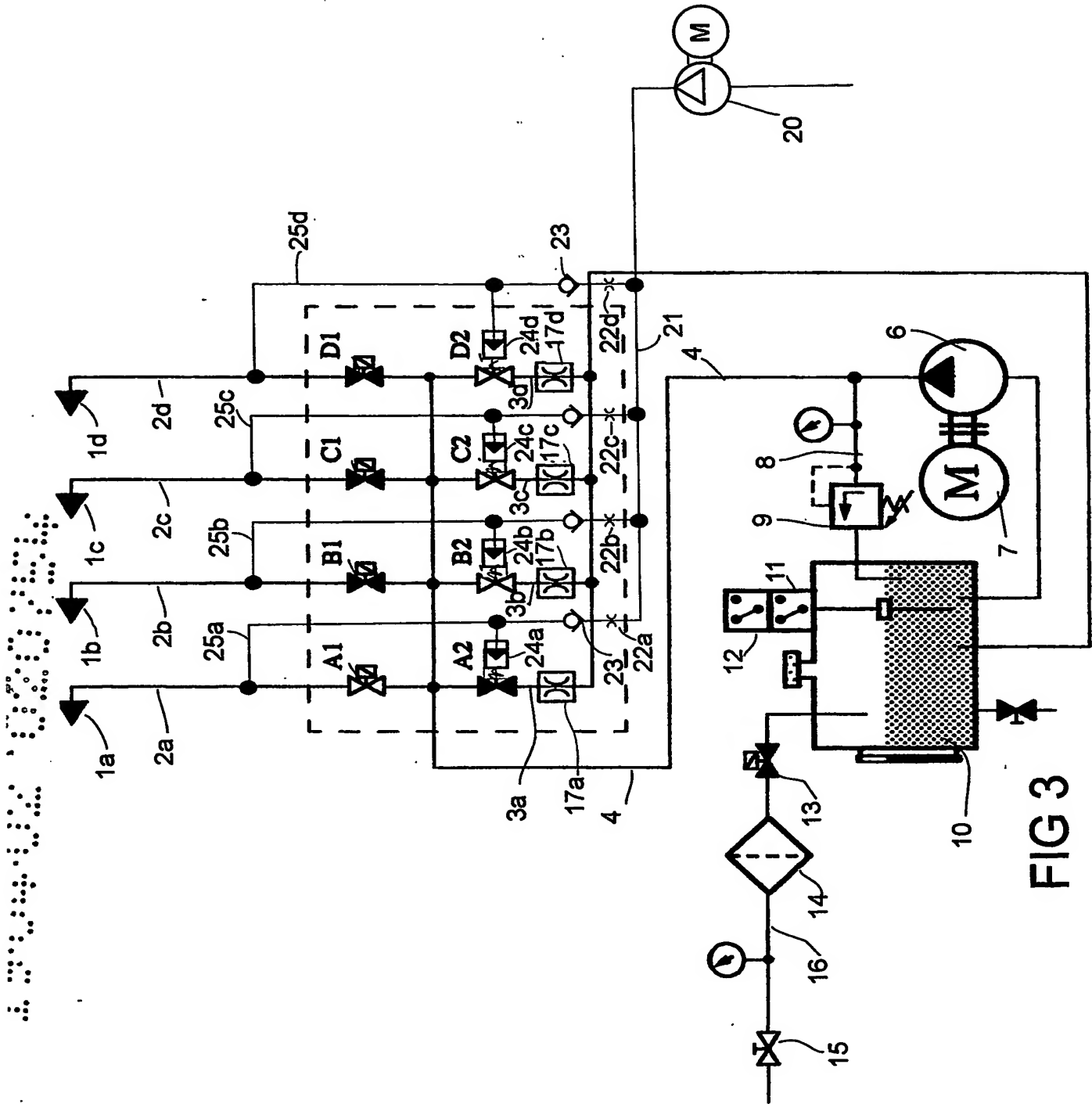


FIG 3

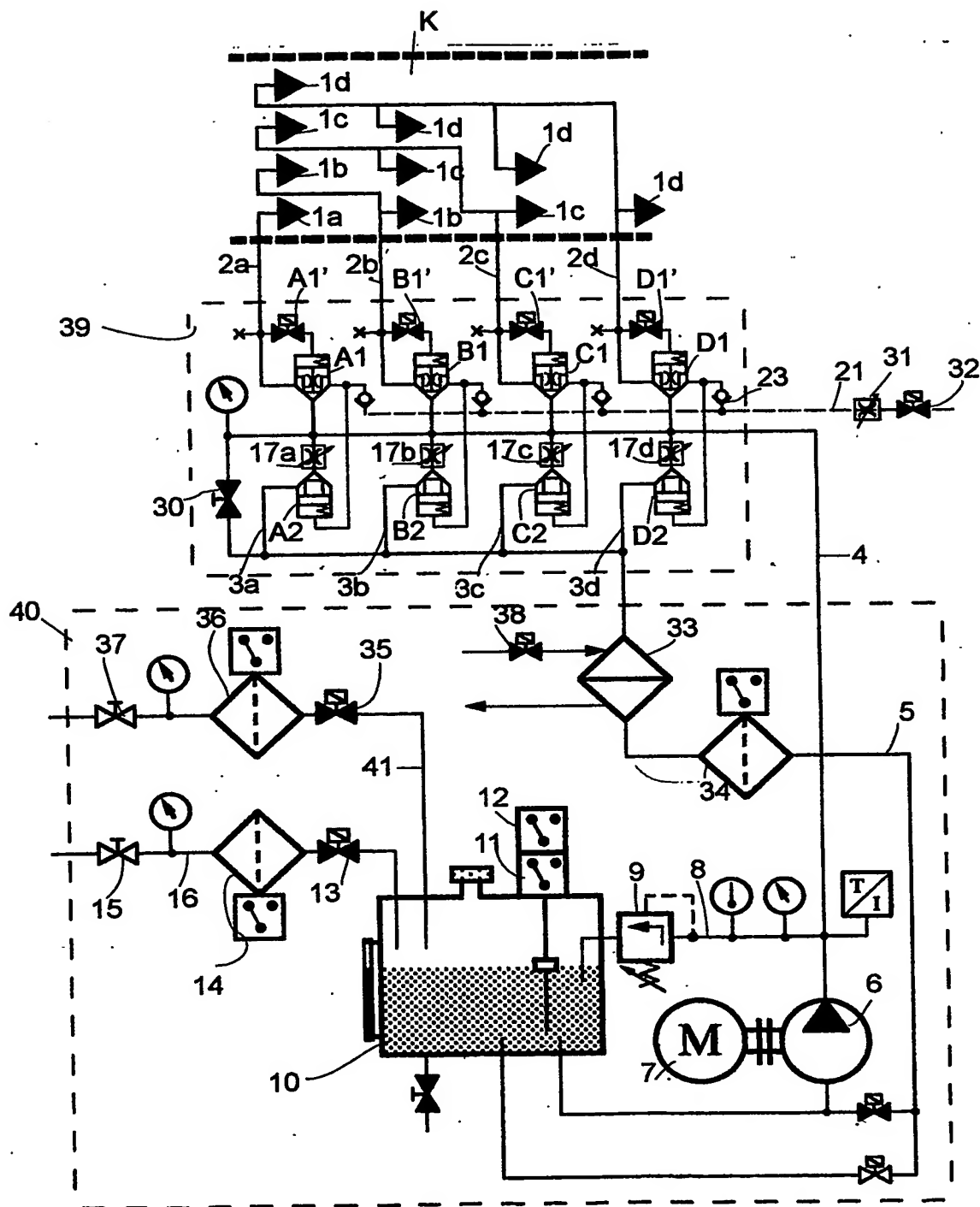


FIG. 4